

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 172 553 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.01.2002 Patentblatt 2002/03

(51) Int Cl.7: F04B 1/12, F04B 1/28,
F04B 1/20, F04B 9/117,
F15B 3/00

(21) Anmeldenummer: 01115826.8

(22) Anmeldetag: 28.06.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 13.07.2000 DE 10034239

(71) Anmelder: Mannesmann Rexroth AG
97816 Lohr (DE)
Benannte Vertragsstaaten:
DE GB IT NL

(72) Erfinder: Schäffer, Rudolf
97828 Marktheidenfeld (DE)

(74) Vertreter:
Winter, Brandl, Fürniss, Hübner, Röss, Kaiser,
Polte, Partnerschaft
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei Bavariaring
10
80336 München (DE)

(54) **Hydrotransformator**

(57) Offenbart ist ein Hydrotransformator mit einem Rotor, in dem eine Vielzahl von Verdrängern geführt ist. Die die Verdränger aufnehmenden Verdrängerräume sind über eine Steuereinrichtung mit zumindest drei

Steuerfenstern mit einem Arbeitsanschluß, einem Versorgungsanschluß oder einem Tankanschluß verbindbar. Die Steuereinheit hat einen Steuerkörper, in dem zumindest zwei der Steuerfenster radial versetzt zu den Verdrängerräumen ausgebildet sind.

EP 1 172 553 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hydrotransformator gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Ein Hydrotransformator ist eine Einheit, bei der durch hydraulische Kopplung eines Hydromotors und einer Pumpe ein Energiestrom $Q_1 \times p_1$ in einen Energiestrom $Q_2 \times p_2$ umgewandelt wird. Dabei wird einer vorhandenen Druckversorgung nur so viel hydraulische Energie entnommen, wie zum Antrieb eines an die Pumpe angeschlossenen Verbrauchers erforderlich ist. Derartige Hydrotransformatoren können als Radialkolbenmaschine oder als Axialkolbenmaschine ausgeführt sein.

[0003] Die US 3,188,963 zeigt einen als Schrägscheibenmaschine ausgeführten Hydrotransformator, bei dem in einem drehbaren Zylinder geführte Verdränger an einer feststehenden Schrägscheibe abgestützt sind. Der Anstellwinkel der Schrägscheibe bestimmt den Kolbenhub der Verdränger. Die Druckmittelzufuhr und -abfuhr erfolgt über eine Steuerscheibe mit vier Steuernieren, wobei jeweils ein Steuernierenpaar dem Motor bzw. der Pumpe zugeordnet ist.

[0004] In der US 3,079,864 ist ein Hydrotransformator in Flügelzellenbauweise offenbart. Bei dieser Lösung sind eine Vielzahl von in Radialrichtung verschiebbaren Verdrängern in einem Rotor gelagert und gegen einen Hubring vorgespannt. Die Druckmittelzu- und -abfuhr erfolgt ähnlich wie bei der vorbeschriebenen Lösung über eine stirnseitig angeordnete Steuerscheibe.

[0005] Aus der WO 97/31185 A1 und der Druckschrift "Ein neuer alter Bekannter - der Hydrotransformator", Siegfried Rotthäuser, Peter Achten; O+P "Ölhydraulik und Pneumatik" 42 (1998) Nr. 6; S. 374 ff. ist der sogenannte INNAS-Hydrotransformator bekannt, bei dem das Übersetzungsverhältnis, d.h. das Verhältnis zwischen dem Versorgungsdruck und dem Lastdruck des Verbrauchers veränderbar ist. Hierzu ist die Steuerscheibe mit drei Steuernieren versehen, deren Relativposition zu den Totpunktlagen der Verdränger durch Verdrehen der Steuerscheibe gegenüber der Schrägscheibe der Axialkolbenmaschine veränderbar ist.

[0006] Bei einem in der WO 97/31185 A1 offenbarten Ausführungsbeispiel sind zwei der drei Steuernieren durch eine Steuerausnehmung ausgebildet, die über einen verschiebbaren Steg in die beiden Steuernieren unterteilt ist. Durch Verschiebung des Steges entlang der Steuerausnehmung kann die wirksame Steuerlänge (Wirklänge) der Steuernieren zur Einstellung des Übersetzungsverhältnisses verändert werden. Die Führung und Abdichtung des Steuersteges ist jedoch relativ schwierig, so daß diese Lösung nur mit hohem Aufwand realisierbar ist.

[0007] Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Hydrotransformator zu schaffen, bei dem die Einstellung des Übersetzungsverhältnisses gegenüber dem vorbeschriebenen Stand der Technik vereinfacht ist.

[0008] Diese Aufgabe wird durch einen Hydrotransformator mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0009] Der erfindungsgemäße Hydrotransformator ist mit einem Steuerkörper versehen, in dem zwei radial zu den Verdrängerräumen eines Rotors angeordnete Steuerfenster ausgebildet sind.

[0010] Im Gegensatz dazu sind bei der bekannten Lösung die Steuerfenster stirnseitig in Axialrichtung versetzt zu den Verdrängerräumen ausgebildet. Durch die radial versetzte Relativanordnung des Steuerkörpers kann dieser vergleichsweise einfach am Außenumfang oder in einer Axialbohrung des Rotors gelagert werden. Da die Steuerfenster taschenförmig ausgebildet sind, ist der Steuerkörper in Axialrichtung mit Druck ausgeglichen, so daß keine Reaktionskräfte übertragen werden.

[0011] Die Veränderung der wirksamen Steuerlänge der beiden Steuerfenster erfolgt vorzugsweise durch eine in Axialrichtung verlaufende Relativbewegung zwischen Steuerkörper und Rotor, wobei vorzugsweise der Steuerkörper mit Bezug zum Rotor axial verschoben wird. Prinzipiell ist es jedoch auch möglich, den Rotor mit Bezug zum ortsfesten Steuerkörper zu verschieben.

[0012] Die Ausbildung der beiden Steuerfenster ist besonders einfach, wenn diese durch eine etwa rechteckförmige Steuerausnehmung mit einem etwa in Diagonalrichtung verlaufenden Steg gebildet werden. Dieser Diagonalsteg kann gradlinig oder gebogen, beispielsweise wendelförmig ausgebildet sein.

[0013] Um ein Verkanten des mit Bezug zum Rotor bewegbaren Steuerkörpers zu verhindern, können den Steuerfenstern Druckausgleichstaschen in der Umfangswandung des Steuerkörpers zugeordnet sein, so daß die Druckkräfte in Radialrichtung ausgeglichen werden. Diese Druckausgleichstaschen werden vorzugsweise in Axialrichtung versetzt zu den Steuerfenstern ausgebildet.

[0014] Bei einer Variante sind die beiden über einen Diagonalsteg getrennten Steuerfenster dem Tankanschluß und dem Versorgungsanschluß zugeordnet, während ein drittes, größeres Steuerfenster dem Arbeits- oder Verbraucheranschluß zugeordnet ist.

[0015] Bei einer alternativen Variante kann das dem Arbeitsanschluß zugeordnete Steuerfenster auch - ähnlich wie bei dem eingangs beschriebenen Stand der Technik - an einer Steuerscheibe ausgebildet werden. Die Relativposition dieses Steuerfensters mit Bezug zu den Totpunktlagen der Verdränger ist nicht veränderbar. Bei dieser Variante sind dem in der Steuerscheibe ausgebildeten Steuerfenster noch zwei Übergangsdurchbrüche zugeordnet, über die in den Totpunktlagen der Übergang zwischen dem Lastdruck am Arbeitsanschluß und dem Versorgungsdruck bzw. dem Tankdruck herstellbar ist. Die Steuerung des Übersetzungsverhältnisses erfolgt über den Steuerkörper.

[0016] Die Erfindung läßt sich bei Konstruktionen in Axial- und Radialkolbenbauweise realisieren, wobei im letztgenannten Fall Flügelzelleneinheiten besonders

vorteilhaft anwendbar sind.

[0017] Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Unteransprüche.

[0018] Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Figuren 1 und 2 Prinzipdarstellungen eines erfindungsgemäßen Hydrotransformators in Axialkolbenbauweise;

Figur 3 eine Abwicklung eines Steuerkörpers des Hydrotransformators aus Figur 1;

Figur 4 ein Schnitt entlang der Linie A-A in Figur 3;

Figur 5 eine Steuerscheibe eines weiteren Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Hydrotransformators und

Figur 6 eine schematisierte Abwicklung eines Hydrotransformators zur Erläuterung des zweiten Ausführungsbeispiels.

[0019] Die folgenden Abbildungen sind lediglich Prinzipskizzen, anhand denen die Funktion des erfindungsgemäßen Hydrotransformators 1 mit radial angeordneter Steuerung erläutert werden sollen.

[0020] Figur 1 zeigt einen Längsschnitt durch einen Hydrotransformator 1, der in Axialkolbenbauweise ausgeführt ist. Dieser hat eine in einem nicht dargestellten Gehäuse geführte Zylinder-Trommel 2 in der eine Vielzahl von Zylinderbohrungen 4 ausgebildet sind, in denen Verdränger 6 axial verschiebbar aufgenommen sind. Die Verdränger 6 und die Zylinderbohrungen 4 begrenzen Verdrängerräume 8, die wechselweise mit einem in Figur 2 gestrichelt angedeuteten Tankanschluß T, einem Versorgungsanschluß P und einem Arbeits- oder Verbraucheranschluß A verbindbar sind. Die Verdränger 6 sind fußseitig gegen eine Schrägfläche 10 einer Schrägscheibe 12 vorgespannt, so daß bei einer Relativverdrehung zwischen Schrägscheibe 12 und Trommel 2 die Verdränger 6 in eine Hubbewegung versetzt werden.

[0021] Die Trommel 2 wird von einer Axialbohrung 14 durchsetzt, in der ein in Axialrichtung verschiebbarer Steuerkörper 16 dichtend geführt ist. Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Steuerkörper 16 bolzenförmig ausgebildet und hat an seiner Außenumfangsfläche drei Steuerfenster 18, 20 (siehe Figur 1) und 22 (siehe Figur 2). Die beiden Steuerfenster 18, 20 sind über nicht dargestellte Kanäle im Rotor oder im Steuerkörper 16 mit dem Tankanschluß T bzw. dem Versorgungsanschluß P verbunden, während das in Figur 1 rückwärtige Steuerfenster 22 über einen entsprechenden Kanal mit dem Arbeits- oder Verbraucheranschluß A verbunden ist.

[0022] Die Steuerfenster 18, 20, 22 sind durch drei Stege 24, 26, 28 voneinander getrennt, wobei der Steg zwischen den beiden Steuerfenstern 18, 20 als Diagonalsteg 24 ausgebildet ist.

[0023] Zwischen jedem Verdrängerraum 8 und der Axialbohrung 14 erstreckt sich ein Radialkanal 30, so daß die Verdrängerräume 8 wechselweise mit den Steuerfenstern 18, 20, 22 verbindbar sind.

[0024] Anhand der Figuren 3 und 4 seien Einzelheiten des Steuerkörpers 16 erläutert. Figur 3 zeigt eine Abwicklung des Steuerkörpers 16 mit einem rechteckförmigen Steuerfenster 22 und den beiden etwa dreieckförmigen Steuerfenstern 18, 20, die durch den Diagonalsteg 24 voneinander getrennt sind. Die beiden in Axialrichtung verlaufenden Stege 24, 26 trennen das Steuerfenster 24 von den beiden dreieckförmigen Steuerfenstern 18, 20, wobei die Trennlinie der Abwicklung den Steg 24 mittig teilt.

[0025] Die in Figur 1 dargestellte Schnittebene A-A ist auch in der Abwicklung gemäß Figur 3 eingezeichnet. In der in Figur 1 dargestellten Relativposition zwischen Steuerkörper 16 und Trommel 2 werden die Steuerfenster 18, 20, 24 entlang der Schnitlinie A-A von den Mündungsquerschnitten der Radialkanäle 30 überfahren. Dabei wird jeder Verdrängerraum 8 während der Länge l_1 mit dem Steuerfenster 20 und damit mit dem Versorgungsanschluß P und während der Länge l_2 mit dem Tankanschluß T verbunden. Bei einer weiteren Verdrehung der Trommel 2 mit Bezug zum Steuerkörper 16 überfährt der entsprechende Radialkanal 30 das Steuerfenster 22, so daß eine Verbindung mit dem Verbraucheranschluß hergestellt ist.

[0026] In der dargestellten Relativposition entspricht die Länge l_1 der Länge l_2 , so daß sich ein entsprechendes Übersetzungsverhältnis einstellt. Die Veränderung des Übersetzungsverhältnisses erfolgt durch Axialverschiebung des Steuerkörpers 24 in Pfeilrichtung gemäß Figur 1, wodurch sich die Linie A-A in Figur 3 entsprechend verschiebt. In Figur 3 ist mit einer zweifach gepunkteten Linie eine Axialposition des Steuerkörpers 16 angedeutet, in der die Länge l_1' wesentlich größer als die wirksame Steuerlänge l_2' ist während der der betreffende Verdrängerraum mit dem Tankanschluß T verbunden ist - das Übersetzungsverhältnis wird etwa proportional zu dem Verhältnis der neuen wirksamen Steuerlängen l_1' und l_2' verändert. Figur 4 zeigt einen Schnitt entlang der Linie A-A in Figur 3, aus dem sich die Verhältnisse der wirksamen Steuerlängen l_1 , l_2 entnehmen lassen. Die Wirklänge des rechteckigen Steuerfensters 22 bleibt unverändert.

[0027] Anstelle des geraden, in Diagonalrichtung verlaufenden Steges 24 kann alternativ auch ein beliebig gekrümmter, beispielsweise wendelförmig gekrümmter Steg 24 verwendet werden, so daß eine nicht lineare Änderung der wirksamen Steuerlängen l_1 , l_2 einstellbar ist.

[0028] Bei dem vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel sind die drei Steuerfenster 18, 20, 22 zur Verbindung der Verdrängerräume 8 mit den Anschlüssen P, T und A im Steuerkörper 16 ausgebildet.

[0029] In Figur 1 ist strichpunktiert eine Variante angedeutet, gemäß der der Trommel 2 eine Steuerscheibe

be 32 zugeordnet ist, über die die Druckmittelzufuhr zum Arbeitsanschluß A gesteuert wird. Der Steuerkörper 16 ist dann entsprechend lediglich mit den beiden verbleibenden Anschlüssen, dem Tankanschluß T und dem Versorgungsanschluß P zugeordneten Steuerfenstern 18, 20 versehen. Figur 5 zeigt eine schematische Ansicht der in Figur 1 angedeuteten, stirnseitigen Steuerscheibe 32. In dieser ist das Steuerfenster 22 als Steuerniere ausgebildet, die sich etwa zwischen den beiden Totpunktlagen OT und UT erstreckt. Von dem Steuerfenster 22 aus gesehen jenseits der Totpunktlagen OT und UT sind zwei vergleichsweise kurze Übergangsdurchbrüche 38, 40 ausgebildet, über die bei Überschreiten der Totpunktlagen der Übergang zum Versorgungsanschluß (Übergangsdurchbruch 40) bzw. zum Tankanschluß (Übergangsdurchbruch 38) erfolgt. D.h., bei dieser Variante sind in der Steuerscheibe 32 die unverändert bleibenden Steuerfenster/Steuerdurchbrüche ausgebildet, während in dem Steuerkörper 16 die durch Axialverschiebung veränderlichen Steuerfenster 18, 20 angeordnet sind.

[0030] Die Druckmittelzufuhr von den Verdrängerräumen 8 zu dem in der Steuerscheibe 32 ausgebildeten Steuerfenster 22 bzw. den Übergangsdurchbrüchen 38, 40 erfolgt über Axialkanäle 42 (gestrichelt angedeutet in Figur 1) die stirnseitig in den Verdrängerräumen 8 münden. D.h., bei dieser Variante münden in jedem Verdrängerraum 8 ein Radialkanal 30 und ein Axialkanal 42, über die in die Verbindung zu den Steuerfenstern 18, 20 bzw. 22 herstellbar ist.

[0031] Bei dieser Lösung ist es besonders einfach, an den diametral zu den Steuerfenstern 18, 20 angeordneten Umfangsflächenabschnitten des Steuerkörpers 16 nicht dargestellte Druckausgleichstaschen auszubilden, die dafür sorgen, daß der Steuerkörper 16 durch den Druck am Versorgungsanschluß P nicht einseitig gegen die Innenumfangswandung der Axialbohrung 14 gedrückt wird, so daß ein leichtes Verschieben des Steuerkörpers 16 möglich ist.

[0032] Bei der erstbeschriebenen Variante müssen diese Druckausgleichstaschen axial versetzt zu den Steuerfenstern 18, 20, 22 ausgebildet werden.

[0033] Das Funktionsprinzip des erfindungsgemäßen Hydrotransformators sei abschliessend anhand von Figur 6 erläutert. Diese zeigt eine Abwicklung der Trommel 2 des letztbeschriebenen Ausführungsbeispiel. In der Abwicklung bildet die Schrägfläche 10 der Schrägscheibe 12 eine etwa sinusförmige Steuerkurve, die von den Verdrängern 8 überfahren wird. Gemäß Figur 5 ist an der von der Schrägscheibe 12 abgewandten Stirnfläche der Trommel 2 die Steuerscheibe 32 angeordnet, in der das nierenförmige Steuerfenster 22 ausgebildet ist. In der stark vereinfachten Darstellung gemäß Figur 6 sind die veränderlichen Steuerfenster 18, 20 der Einfachheit halber ebenfalls in der Steuerscheibe 32 angedeutet, wobei die wirksame Steuerlänge durch Axialverschiebung des lediglich schematisch angedeuteten Steuerkörpers 16 erfolgt. D.h. durch ein Verschieben

des Steuerkörpers 16 in der Darstellung gemäß Figur 6 nach links, wird die wirksame Steuerlänge des Steuerfensters 20 verringert, während die wirksame Steuerlänge des Steuerfensters 18 gegenläufig vergrößert wird.

[0034] Wie aus der Darstellung gemäß Figur 6 hervorgeht, ist der an das Steuerfenster 22 angeschlossene Verbraucheranschluß A während der Aufwärtsbewegung der Verdränger 6 mit den Verdrängerräumen 8 verbunden. Bei Erreichen der oberen Totpunktlage (OT) wird die Verbindung des jeweiligen Verdrängerraums 8 mit dem Steuerfenster 22 zugesteuert und nach Überfahren des Steges 36 aufgesteuert, so daß die Verdrängerräume mit dem im Steuerkörper 16 ausgebildeten Steuerfenster 20 mit dem Versorgungsanschluß P verbunden sind. Je nach Einstellung des Steuerkörpers 16 wird dann auf dem Weg zum unteren Totpunkt UT der entsprechende Verdrängerraum mit dem Steuerfenster 18 und damit mit dem Tankanschluß T verbunden. Bei Erreichen des unteren Totpunktes und Überfahren des Steges 34 erfolgt die Verbindung des Verdrängerraums 8 mit dem Arbeitsanschluß - der Zyklus beginnt von neuem.

[0035] Wie bereits erwähnt, ist das erfindungsgemäße Prinzip mit einem radial zu den Verdrängerräumen geordneten Steuerkörper auch bei anderen Hydrotransformatorbauarten, beispielsweise Flügelzelleneinheiten einsetzbar. Bei einer derartigen Variante könnte der Steuerkörper beispielsweise in einer Axialbohrung des Rotors angeordnet sein, die über Radialbohrungen mit den Verdrängerräumen verbunden ist.

[0036] Offenbart ist ein Hydrotransformator mit einem Rotor, in dem eine Vielzahl von Verdrängern geführt ist. Die die Verdränger aufnehmenden Verdrängerräume sind über eine Steuereinrichtung mit zumindest drei Steuerfenstern mit einem Arbeitsanschluß, einem Versorgungsanschluß oder einem Tankanschluß verbindbar. Die Steuereinheit hat einen Steuerkörper, in dem zumindest zwei der Steuerfenster radial versetzt zu den Verdrängerräumen ausgebildet sind.

Bezugzeichenliste

[0037]

- 1 Hydrotransformator
- 2 Trommel
- 4 Zylinderbohrung
- 6 Verdränger
- 8 Verdrängerraum
- 10 Schrägfläche
- 12 Schrägscheibe
- 14 Axialbohrung
- 16 Steuerkörper
- 18 Steuerfenster
- 20 Steuerfenster
- 22 Steuerfenster
- 24 Diagonalsteg

- 26 Stege
- 28 Stege
- 30 Radialkanal
- 32 Stege
- 34 Stege
- 36 Stege
- 38 Übergangsdurchbrüche
- 40 Übergangsdurchbrüche
- 42 Axialkanal

Patentansprüche

1. Hydrotransformator mit einem Rotor (2), in dessen Verdrängerräumen Verdränger (6) geführt sind, die zur Steuerung einer Hubbewegung an einem Hubelement (12) abgestützt sind, und mit einer Steuereinrichtung (16, 32) mit zumindest drei Steuerfenstern (18, 20, 22), die mit einem Versorgungsanschluß (P), einem Arbeitsanschluß (A) bzw. einem Tankanschluß (T) verbunden sind und die wechselweise mit den die Verdränger (6) aufnehmenden Verdrängerräumen (8) in Überdeckung bringbar sind, wobei das Druckverhältnis durch Verändern der wirksamen Steuerlängen (1) der Steuerfenster (18, 20) einstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinrichtung einen Steuerkörper (16) hat, in dem zumindest zwei radial zu den Verdrängerräumen (8) versetzte Steuerfenster (18, 20) ausgebildet sind, die mit den Verdrängerräumen (8) über Verbindungskanäle (30) verbunden sind und deren Geometrie derart gewählt ist, daß die wirksame Steuerlänge (1) der Steuerfenster (18, 20) bei einer Verstellung des Steuerkörpers (16) gegenläufig veränderbar ist.
2. Hydrotransformator nach Patentanspruch 1, wobei der Steuerkörper (16) in Axialrichtung mit Bezug zum Rotor (2) verschiebbar ist.
3. Hydrotransformator nach Patentanspruch 2, wobei der Steuerkörper (16) in einer Axialbohrung (14) des Rotors (2) geführt ist.
4. Hydrotransformator nach Patentanspruch 2 oder 3, wobei die beiden Steuerfenster (18, 20) durch eine Steuerausnehmung mit einem Diagonalsteg (24) gebildet sind.
5. Hydrotransformator nach Patentanspruch 4, wobei der Diagonalsteg (24) wendelförmig ausgebildet ist.
6. Hydrotransformator nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei im Steuerkörper (16) Druckausgleichstaschen zur Kompensation des in den Steuerfenstern (18, 20) wirkenden Druckes ausgebildet sind.
7. Hydrotransformator nach Patentanspruch 6, wobei die Druckausgleichstaschen diametral zu oder axial versetzt zu den Steuerfenstern (18, 20) angeordnet sind.
8. Hydrotransformator nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei das dem Arbeitsanschluß (A) zugeordnete Steuerfenster (22) am Steuerkörper (16) ausgebildet ist.
9. Hydrotransformator nach einem der Patentansprüche 1 bis 7, wobei das dem Arbeitsanschluß (A) zugeordnete Steuerfenster (22) an einer stirnseitigen Steuerscheibe (32) ausgebildet ist, in der auch zwei dem Tankanschluß (T) und dem Versorgungsanschluß (P) zugeordnete Übergangsdurchbrüche (38, 40) ausgebildet sind.
10. Hydrotransformator nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei dieser in Axialkolbenbauweise oder in Radialkolbenbauweise, vorzugsweise als Flügelzelleneinheit ausgeführt ist.

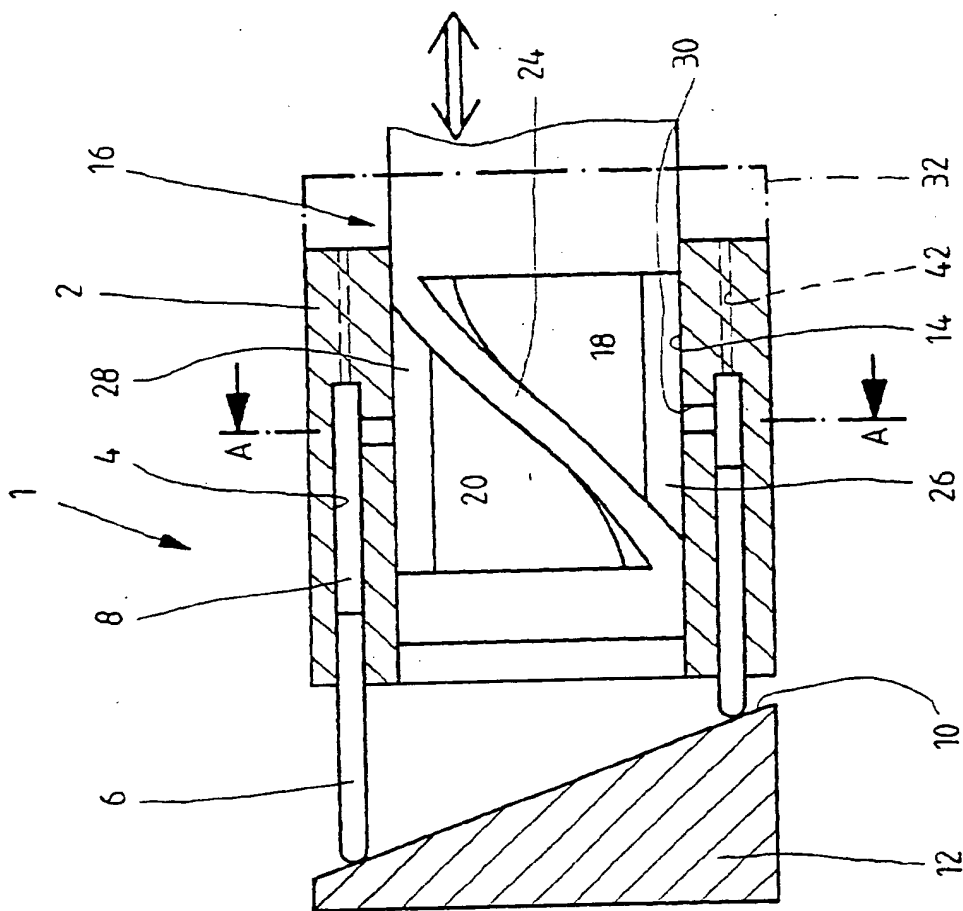


FIG. 1

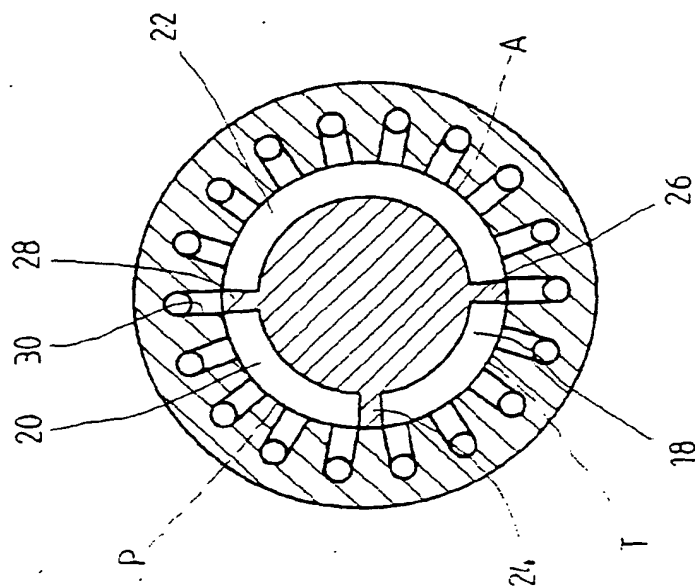
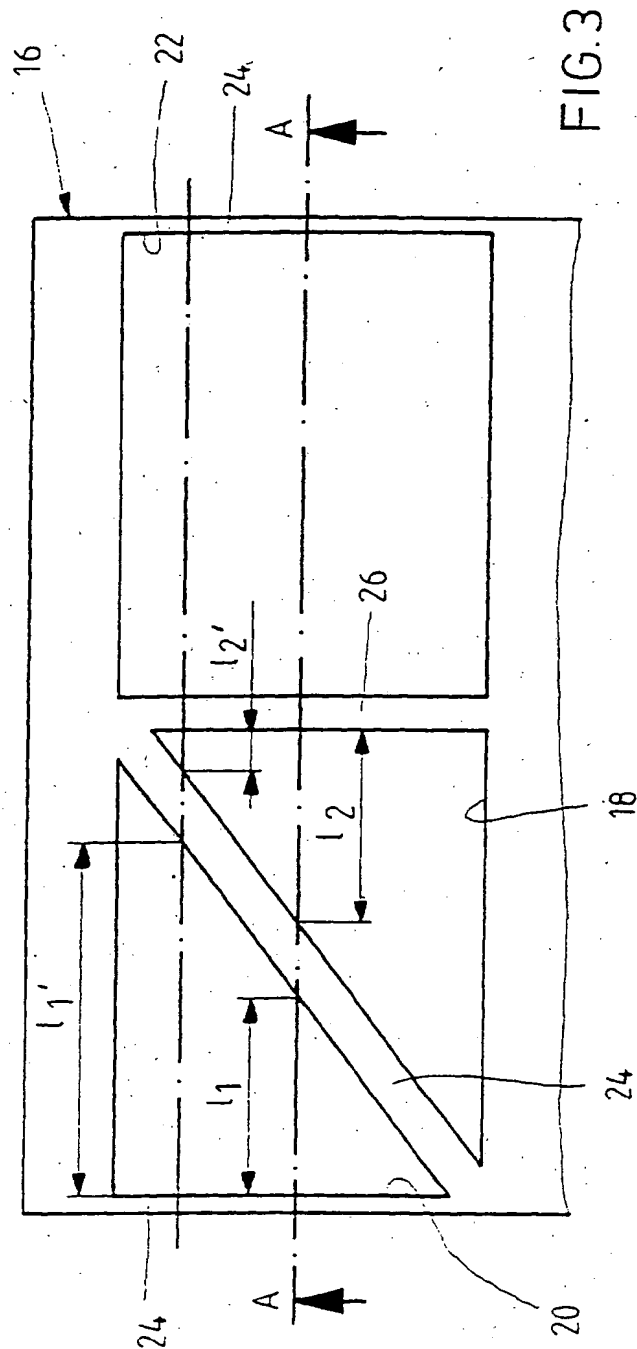
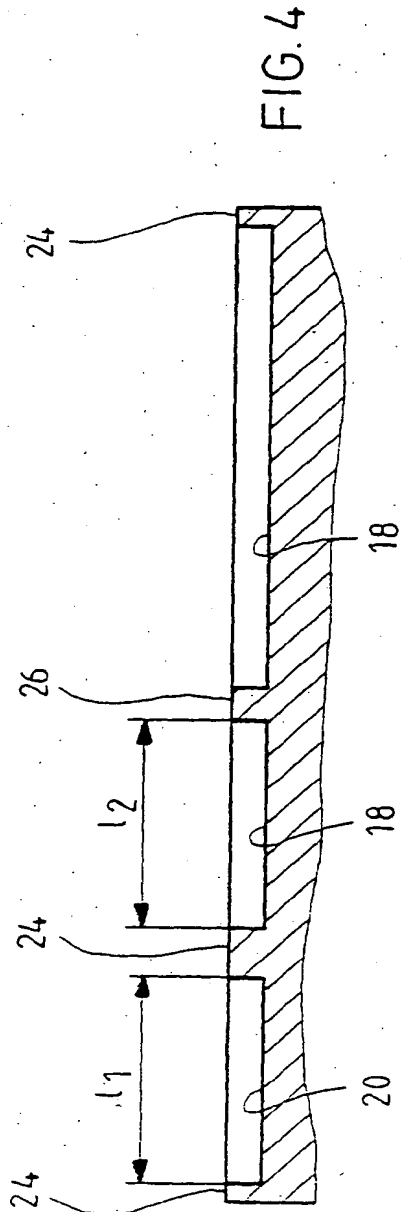


FIG. 2



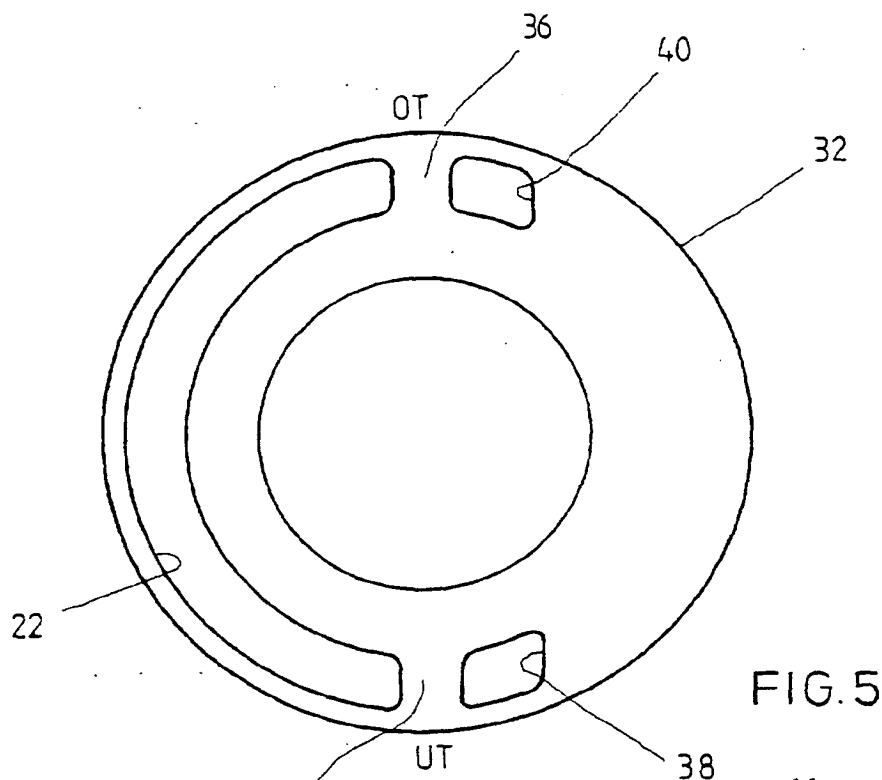


FIG. 5

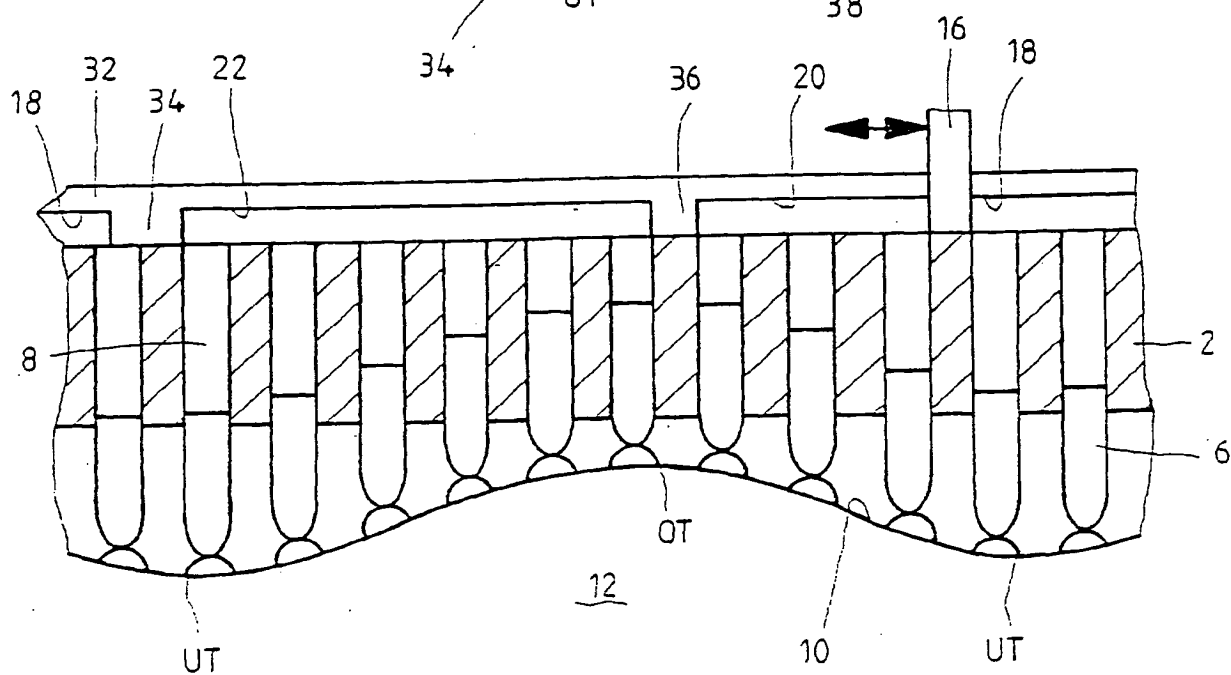


FIG. 6